

Rec'd PCT/PTO 24 MAR 2005

PCT/JP03/12183

24.09.03

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日  
Date of Application: 2002年 9月27日

出願番号  
Application Number: 特願2002-283301

[ST. 10/C]: [JP2002-283301]

出願人  
Applicant(s): 住友特殊金属株式会社

REC'D 13 NOV 2003

WIPO

PCT

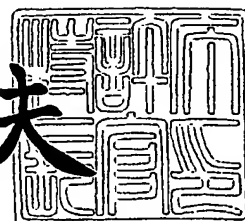
PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

2003年10月30日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 SS02129A

【提出日】 平成14年 9月27日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 23/50

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府吹田市南吹田 2 丁目 1 9 番 1 号 住友特殊金属株式会社 吹田製作所内

【氏名】 近藤 益雄

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府吹田市南吹田 2 丁目 1 9 番 1 号 住友特殊金属株式会社 吹田製作所内

【氏名】 菊井 文秋

【特許出願人】

【識別番号】 000183417

【氏名又は名称】 住友特殊金属株式会社

【代理人】

【識別番号】 100101683

【弁理士】

【氏名又は名称】 奥田 誠司

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 082969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9908800

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 はんだ被覆ボールおよびその製造方法、ならびに半導体接続構造の形成方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ボール状のコアと、

前記コアを包囲するように設けられた S n および A g を含むはんだ層とを有し

、

前記はんだ層に含まれる水分量が、標準状態の水蒸気量で  $100\mu\text{l/g}$  以下である、はんだ被覆ボール。

【請求項 2】 前記はんだ層は、S n と A g との合金を含む、請求項 1 に記載のはんだ被覆ボール。

【請求項 3】 前記はんだ層は、前記コアを包囲するように設けられた第 1 の金属層と、前記第 1 の金属層を包囲するように設けられた第 2 の金属層とを有し、

前記第 1 の金属層および前記第 2 の金属層のいずれか一方は S n を含み、他方は A g を含む、請求項 1 に記載のはんだ被覆ボール。

【請求項 4】 前記コアは C u、A l、または樹脂で形成されている、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のはんだ被覆ボール。

【請求項 5】 前記はんだ層の A g の質量百分率が、0.5%以上4.0%以下である、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のはんだ被覆ボール。

【請求項 6】 前記はんだ層は、C u、S n および、A g を含む、請求項 1 から 5 のいずれかに記載のはんだ被覆ボール。

【請求項 7】 前記はんだ層の A g の質量百分率が3.5%である、請求項 6 に記載のはんだ被覆ボール。

【請求項 8】 請求項 1 から 7 のいずれかに記載のはんだ被覆ボールを備える、半導体装置。

【請求項 9】 ボール状のコアを用意する工程と、

電解めっき法を用いて、前記コアを包囲するように、S n および A g を含むめっき層を形成する工程と、

前記めっき層が形成された前記コアを加熱し、前記めっき層を所定の時間熔融状態に保つ工程と、

熔融状態にある前記めっき層を固化してはんだ層を形成する工程と、を包含する、はんだ被覆ボールの製造方法。

【請求項 1 0】 前記めっき層を形成する工程は、S n と A g とを含む合金めっき層を形成する工程を含む、請求項 9 に記載のはんだ被覆ボールの製造方法。

【請求項 1 1】 前記めっき層を形成する工程は、さらに、A g を含むめっき層を形成する工程を含む、請求項 1 0 に記載のはんだ被覆ボールの製造方法。

【請求項 1 2】 前記めっき層を形成する工程は、  
前記コアを包囲するように、S n を含む第 1 めっき層を形成する工程と、  
前記コアを包囲するように、A g を含む第 2 めっき層を形成する工程とを包含する、請求項 1 1 に記載のはんだ被覆ボールの製造方法。

【請求項 1 3】 前記はんだ層は C u、S n および A g を含む、請求項 1 0 から 1 2 のいずれかに記載のはんだ被覆ボールの製造方法。

【請求項 1 4】 前記はんだ層は、A g の質量百分率が 0. 5 % 以上 4. 0 % 以下である、請求項 1 3 に記載のはんだ被覆ボールの製造方法。

【請求項 1 5】 前記はんだ層は、A g の質量百分率が 3. 5 % である、請求項 1 3 に記載のはんだ被覆ボールの製造方法。

【請求項 1 6】 請求項 1 0 から 1 5 のいずれかに記載の方法で製造された、はんだ被覆ボール。

【請求項 1 7】 請求項 1 0 から 1 5 のいずれかに記載された方法を用いて製造されたはんだ被覆ボールを用意する工程と、

導電材料で形成されたパッドが配置された基板を用意する工程と、  
前記はんだ被覆ボールを前記パッド上に配置した状態で、前記はんだ被覆ボールを加熱することによって、前記はんだ層を熔融状態にする工程と、

前記熔融状態にあるはんだ層を固化する工程とを包含する、半導体接続構造の形成方法。

【発明の詳細な説明】

## 【 0 0 0 1 】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、BGAなどの半導体装置の入出力端子等として用いられるはんだ被覆ボールおよびその製造方法に関する。

## 【 0 0 0 2 】

## 【従来の技術】

コンピュータ機器の高性能・小型化や情報ネットワーク機器の普及に伴い、それらに用いられるプリント基板も、より高密度実装化が要求されるようになった。従来、高密度表面実装部品は、部品周囲にリード端子を持つQFP (Quad Flatpack Package) などが多く用いられていたが、近年、比較的小型で、多ピン化が可能なBGA (Ball Grid Array) が用いられるようになっている。また、水晶振動子と温度補償用のICとを積み重ねる際のスペーサ部材としての用途もある。

## 【 0 0 0 3 】

BGA (Ball Grid Array) は、図2 (a) および (b) に示すように、LSIチップの下面に、インターポーザ62を介して、はんだ被覆ボール50が接合されたLSIパッケージである。はんだ被覆ボール50は、インターポーザ62の一方の面に格子配列状に配列されており、パッケージの入出力端子である。このはんだ被覆ボール50は、例えば直径が0.1～1.0mm程度の微小球であり、例えば金属からなる球の表面に、はんだ層が形成されて構成されている。

## 【 0 0 0 4 】

電解めっき法により、鉛-錫系の材料を用いて上記はんだ層を形成した場合、はんだ被覆ボールを加熱溶融してインターポーザのパッドに接合すると、装着されたはんだ層の内部にボイド（空隙）が形成されるという問題がある。ボイドの発生により、インターポーザとはんだ被覆ボールとの間で接続不良または位置ずれが生じるため、BGAの信頼性の低下が問題になる。

## 【 0 0 0 5 】

本願出願人は、上記ボイドの原因が、電解めっきによって形成されたはんだ層

中に吸蔵される水素ガスにあり、この水素ガスの発生量を低減させることにより、ボイドの発生を抑制できることを見出した。これに基づいて、本願出願人は、めっき液中の鉛および錫のイオン濃度と、電解めっきを行う際の電流密度とを制御することにより、はんだ層中に吸蔵される水素ガス量を低減させて、ボイドの発生を低減する方法を開示している（特許文献1）。

#### 【0006】

近年、鉛を含むはんだは、無鉛はんだ（Pbフリーはんだ）に置き換えられつつある。無鉛はんだとしては、例えばSn-Ag系はんだ、またはSn-Ag-Cu系はんだなどが用いられている。

#### 【0007】

##### 【特許文献1】

特開平10-270836号公報（第2頁および3頁）

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

電解めっき方法を用いてSn-Ag系はんだ層を有するはんだ被覆ボールを製作し、これを加熱溶融すると、上述した鉛-錫系のはんだ層を有するはんだ被覆ボールの場合と同様にボイドが発生した。後述するように本発明者が検討した結果、このボイドは鉛-錫系とは異なり、水素ガス以外の要因によって発生しており、Sn-Ag系に特有の問題であることが分かった。

#### 【0009】

本発明は上記諸点に鑑みてなされたものであり、加熱溶融時におけるボイドの発生が抑制されたSn-Ag系はんだ層を有するはんだ被覆ボール、およびその製造方法ならびに半導体接続構造の形成方法を提供することを目的とする。

#### 【0010】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明のはんだ被覆ボールは、ボール状のコアと、前記コアを包囲するように設けられたSnおよびAgを含むはんだ層とを有し、前記はんだ層に含まれる水分量が、標準状態の水蒸気量で $100\mu\text{l/g}$ 以下であり、これにより上記の課題が解決される。

## 【0 0 1 1】

前記はんだ層は、S n と A g との合金を含むめっき層を有してもよい。

## 【0 0 1 2】

前記はんだ層は、前記コアを包囲するように設けられた第 1 の金属層と、前記第 1 の金属層を包囲するように設けられた第 2 の金属層とを有し、前記第 1 の金属層および前記第 2 の金属層のいずれか一方は S n を含み、他方は A g を含んでもよい。

## 【0 0 1 3】

前記コアは C u、A l、または樹脂で形成されていることが好ましい。

## 【0 0 1 4】

前記はんだ層の A g の質量百分率が、0. 5 % 以上 4. 0 % 以下であることが好ましい。

## 【0 0 1 5】

前記はんだ層は、C u、S n および、A g を含んでもよい。

## 【0 0 1 6】

前記はんだ層の A g の質量百分率が 3. 5 % であることが好ましい。

## 【0 0 1 7】

上述のはんだ被覆ボールは、半導体装置に好適に用いられる。

## 【0 0 1 8】

本発明のはんだ被覆ボールの製造方法は、ボール状のコアを用意する工程と、電解めっき法を用いて、前記コアを包囲するように、S n および A g を含むめっき層を形成する工程と、前記めっき層が形成された前記コアを加熱し、前記めっき層を所定の時間溶融状態に保つ工程と、溶融状態にある前記めっき層を固化してはんだ層を形成する工程と、を包含し、これにより上記の課題が解決される。

## 【0 0 1 9】

前記めっき層を形成する工程は、S n と A g とを含む合金めっき層を形成する工程を含んでもよい。

## 【0 0 2 0】

前記めっき層を形成する工程は、さらに、A gを含むめっき層を形成する工程を含んでもよい。

【0 0 2 1】

前記めっき層を形成する工程は、前記コアを包囲するように、S nを含む第1めっき層を形成する工程と、前記コアを包囲するように、A gを含む第2めっき層を形成する工程とを包含してもよい。

【0 0 2 2】

前記はんだ層はC u、S nおよびA gを含んでもよい。

【0 0 2 3】

前記はんだ層は、A gの質量百分率が0. 5 %以上4. 0 %以下であることが好ましい。

【0 0 2 4】

前記はんだ層は、A gの質量百分率が3. 5 %であることが好ましい。

【0 0 2 5】

本発明のはんだ被覆ボールは、上記の方法を用いて好適に製造される。

【0 0 2 6】

本発明の半導体接続構造の形成方法は、上記の方法を用いて製造されたはんだ被覆ボールを用意する工程と、導電材料で形成されたパッドが配置された基板を用意する工程と、前記はんだ被覆ボールを前記パッド上に配置した状態で、前記はんだ被覆ボールを加熱することによって、前記はんだ層を溶融状態にする工程と、前記溶融状態にあるはんだ層を固化する工程とを包含し、これにより上記課題が解決される。

【0 0 2 7】

【発明の実施の形態】

本願発明者らは、電解めっき法を用いて形成されたS n－A g系のはんだ層を備えるはんだ被覆ボールを加熱溶融した場合に発生するボイドの原因を証明するために、加熱溶融時にはんだ層から放出されるガスの分析を行った。この結果、放出ガスの主成分が水蒸気であることを見出した。本願発明者らは、この事実に基づいて以下に示す知見を得た。



## 【 0 0 2 8 】

放出ガスの主成分である水蒸気は、電解めっき法によってはんだ層を形成した際、はんだ層にトラップされた水分が、加熱溶融時に気化したものである。加熱溶融時に、水蒸気のはんだ層から放出され、その結果、ボイドが形成された。さらに、はんだ層に水分（加熱によって水蒸気を発生させる成分）がトラップされる原因は、主として、はんだ層に含まれる A g 成分にあり、例えば、電解めっき工程で A g の加水分解生成物（例えば A g (OH)）が形成されたことによると考えられる。

## 【 0 0 2 9 】

上述した知見に基づいて、以下に説明する本発明に至った。

## 【 0 0 3 0 】

図 1 に、本発明の一実施形態のはんだ被覆ボール 5 0 の断面図を示す。図 1 に示すように、はんだ被覆ボール 5 0 は、ボール状のコア 2 と、コア 2 を包囲するように設けられた、S n および A g を含むはんだ層 4 とを有している。はんだ層 4 は、図 1 (a) に示すように単層で形成してもよいし、図 1 (b) に示すように多層で形成してもよい。このはんだ層 4 は、はんだ層 4 に含まれる水分量が、標準状態の水蒸気量で  $100 \mu\text{l/g}$  以下であるように制御されている。

## 【 0 0 3 1 】

はんだ被覆ボール 5 0 は、はんだ層 4 に含まれる水分量が上記のように十分低く制御されているので、はんだ層 4 を加熱溶融した際にボイドが形成されるのを十分抑制できる。後の実施例で説明するが、はんだ層 4 に含まれる水分量が上記の値以下に制御されている場合、はんだ被覆ボール 5 0 の接合強度の低下および位置ずれなどの不具合を十分に抑制できることが実験的に確認された。

## 【 0 0 3 2 】

本明細書において水分量とは、昇温脱離ガス分析装置（TDS：Thermal Desorption Spectrometer（EMD-WA100S 電子科学（株）製））を用いて以下に説明する方法で測定したものをいう。はんだ被覆ボールを  $2 \times 10^{-6} \text{Pa}$  以下に排気した雰囲気下に配置し、 $0.5^\circ\text{C}/\text{sec}$  の速さで室温から  $600^\circ\text{C}$  まで昇温する。この間に発生するガスの質量を成

分毎に四重極質量分析装置で測定する。質量数が18のガス成分を水として、その総量を求め、標準状態の体積に換算する。これをはんだ層4の質量で割ったものを水分量 ( $\mu\text{l/g}$ ) とする。なお、はんだ層4の質量は、はんだ被覆ボール50の質量から、コア2の質量を引き算して求めた。このはんだ層4の質量は、100個オーダーのサンプルの平均値である。100個オーダーのはんだ被覆ボール50およびコア2の質量は、それぞれ、精密天秤を用いて測定されている。

#### 【0033】

はんだ被覆ボール50は、BGAやCSP (Chip size package) などの入出力端子に用いられる。図2に、はんだ被覆ボール50を備えるBGAの一例を示す。図2(a)および(b)は、それぞれ、BGA70の斜視図および断面図である。図2(a)および(b)に示すように、BGA70は、インターポーザ62と、インターポーザ62の一方の面に搭載された半導体チップ64と、他方の面に接合された複数のはんだ被覆ボール50とを備えている。はんだ被覆ボール50は、図2(a)に示すように、インターポーザ62の面に格子状に配列されている。半導体チップ64は、樹脂66によって封止されている。半導体チップ64は、金属ワイヤ68およびインターポーザ62内に形成された配線69を介して、はんだ被覆ボール50と電氣的に接続されている。

#### 【0034】

上述したように本発明のはんだ被覆ボール50は、加熱溶融した際にボイドが形成されるのが十分抑制されるので、インターポーザ62にはんだ被覆ボール50を固定する際の接続不良や、位置ずれを抑制できるため、BGAの信頼性を高くすることができる。

#### 【0035】

以下、水分量が、標準状態の水蒸気量で $100\mu\text{l/g}$ 以下であるように制御されているはんだ層4を具体的に説明する。

#### 【0036】

はんだ層4は、図1(a)に示すように、SnとAgとの合金を含む単層のめっき層で構成される。

#### 【0037】

あるいは、はんだ層 4 は、図 1 (b) に示すように複数の金属層で構成される多層構造を有していてもよい。すなわち、はんだ層 4 は、コア 2 を包囲するように設けられた第 1 の金属層 6 と、第 1 の金属層 6 を包囲するように設けられた第 2 の金属層 8 とで構成される。第 1 の金属層 6 および第 2 の金属層 8 のいずれか一方が S n を含む層であり、他方が A g を含む層である。上記のように、はんだ層 4 を多層構造にする場合であっても、実質的に、S n と A g との合金ではんだ層 4 を構成した場合と同様のはんだを、少なくとも接合状態において実現することができる。なお、はんだ層 4 を多層構造にする場合、はんだ層 4 を構成する各層の厚さを制御することにより、はんだ層 4 の組成を制御できる。

#### 【0038】

図 1 (b) に示すように、はんだ層 4 を多層構造とした場合、第 1 の金属層 6 および第 2 の金属層 8 の厚さは、目的とするはんだの組成比に基づいて決定される。また、S n を含む層と A g を含む層とを、第 1 の金属層 6 と第 2 の金属層 8 とのいずれに配置してもよいが、耐酸化性に優れた方を外側（第 2 の金属層 8）に形成することが好ましい。従って、例えばはんだ層 4 を S n 層と A g 層とで形成する場合、A g 層を第 2 の金属層 8 とする方が好ましい。

#### 【0039】

はんだ層 4 の A g の質量百分率は、所望とするはんだの組成に応じて適宜決定されるが、典型的には、A g の質量百分率が、0.5%以上4.0%以下であることが好ましい。

#### 【0040】

コア 2 は、例えば C u で形成される。コア 2 を C u で形成した場合、加熱時にコア 2 からはんだ層 4 に C u が拡散し、この C u と、はんだ層 4 に含まれている S n および A g とが、はんだを構成する材料となる。すなわち S n - A g - C u 系のはんだが得られる。

#### 【0041】

コア 2 を C u で形成する場合、はんだ層 4 に含まれる A g の質量百分率を約 2 ~ 4 %、より好ましくは約 3.5%に設定することが望ましい。はんだ層 4 に含まれる A g の質量百分率が上記の値であれば、加熱によって S n - A g - C u の

三元共晶反応が起こり、単一の融点（約 216℃）が得られるからである。また、この融点（約 216℃）は、Sn-Ag の二元共晶の融点（約 221℃）よりも低い。融点は、昇温速度 2℃/分で測定した DTA 曲線のオンセット温度（熔融開始温度）とした。

#### 【0042】

なお、はんだ層の成分を共晶組成に設定すると、様々な利点を得られる。例えば、はんだ層を熔融状態にした場合に流動性が高く、作業性に優れる。また、固化したはんだの組成および組織の均一性が高いので、機械的な強度が高く、せん断強さ、引っ張り強さおよび耐衝撃性が高い。従って、共晶組成を有するはんだ層を用いることが好ましい。

#### 【0043】

コア 2 の材料は Cu に限られない。コア 2 は例えば Al などの金属で形成してもよいし、樹脂で形成してもよい。コア 2 を樹脂で形成する場合には、コア 2 の表面に Ni などの金属層を例えば無電解めっき法で形成し、その上にはんだ層 4 を例えば電解めっき法で形成することが好ましい。

#### 【0044】

次に、はんだ被覆ボール 50 の製造方法を例示する。

#### 【0045】

第 1 の方法は、めっき層を加熱熔融によって脱水する方法である。

#### 【0046】

まず、ボール状のコア 2 を用意する。次に、電解めっき法を用いて、コア 2 を包囲するように Sn および Ag を含むめっき層を形成する。

#### 【0047】

めっき層は、例えば、Sn と Ag との合金の電解めっきによって形成される。あるいは、めっき層は、Sn と Ag との合金（第 1 のめっき層）を電解めっきした後、さらに Ag（第 2 のめっき層）を電解めっきすることによって、形成してもよい。あるいは、Sn（第 1 のめっき層）を電解めっきした後、さらに Ag を電解めっきすることによって形成してもよい。なお、Sn と Ag とは標準電極電位の差が大きいため、Sn と Ag との合金を工業的に電解めっきする場合、めっ

き条件の制御およびめっき液の管理に高い精度が要求されるが、上記めっき層を、S nを含むめっき層とA gを含むめっき層とで形成する場合、そのような高い精度は必要とされないため、電解めっきをより容易に行うことができる。

#### 【0 0 4 8】

次に、上記めっき層（単層または多層）が形成されたコア 2 を加熱し、めっき層を所定の時間、熔融状態に保つ。

#### 【0 0 4 9】

この加熱熔融は、はんだ被覆ボール 5 0 を、はんだの濡れ性の低い表面上（例えばステンレスまたはセラミック基板などの上）に配置し、大気圧に設定されたA rなどの不活性雰囲気内で、所定の時間、所定の温度に加熱して行う。加熱温度は、最終的にははんだ層 4 を構成する材料の融点よりも数 1 0 ℃高い温度にする。例えば、コア 2 をC uで形成し、めっき層をS nとA gとの合金で形成し、めっき層に含まれるA gの質量百分率を約 3 . 5 %とした場合（はんだ層 4 を構成する材料の融点（三元共晶点）は 2 1 6 ℃）、約 2 4 0 ℃に加熱する。所定の時間の好ましい範囲は、1 0 分から 3 0 分である。

#### 【0 0 5 0】

以上のように、めっき層を加熱し、所定の時間熔融状態に保つことによって、電解めっき工程でめっき層にトラップされた水分を除去することができる。これにより、はんだ層 4 に含まれる水分量が、標準状態の水蒸気量で 1 0 0  $\mu$  l / g 以下であるように制御された、はんだ被覆ボール 5 0 が作製される。

#### 【0 0 5 1】

第 2 の方法は、図 1 （b）に示すように、はんだ層 4 をS n層とA g層との金属層で構成する多層構造とし、A g層を電解めっき法以外の方法、例えば蒸着法で形成するものである。上述したように、電解めっき法でA gを含む金属層を形成した場合に水分がトラップされるので、A g層を電解めっき法以外の方法で形成する。これにより、はんだ層 4 に含まれる水分量が、上記値以下であるように制御された、はんだ被覆ボール 5 0 が作製される。

#### 【0 0 5 2】

以下、少なくとも半導体チップを含む素子または装置において、はんだ被覆ボ

ールが使用され得る接続構造を総称して半導体接続構造と呼ぶ。この半導体接続構造は、以下に説明する方法で形成される。

#### 【0053】

まず図3(a)に示すように、はんだ被覆ボール50と、このはんだ被覆ボール50を接合する所望の基板20とを用意する。基板20は、例えば、BGA(図2)やCSPのインターポーザであり、基板20の主面には、導電材料で形成されたパッド18が設けられている。パッド18は例えば、Cu層12と、Niめっき層14と、Auめっき層16との積層体で構成される。次に、はんだ被覆ボール50をパッド18上に配置した状態で、はんだ被覆ボール50を加熱することによって、図3(b)に示すようにはんだ層4を溶融させる。溶融状態にあるはんだ層を図3(b)では4Aで示す。次に、この溶融状態にあるはんだ層4Aを冷却して固化させて、パッド18に接合する。以上により、半導体接続構造が形成される。

#### 【0054】

この半導体接続構造では、基板20に対するはんだ被覆ボール50の接合強度が高く、また、位置ずれなどの不具合が生じにくい。従って、信頼性の高い半導体接続構造が提供される。

#### 【0055】

以下、実施例を説明する。なお、本発明のはんだボールは、電解めっき法を用いて好適に作製されるが、電解めっき法には、以下に説明する方法に限られず、公知の方法を用いることができる。例えば以下の実施例では、SnとAgとの合金めっきのためのめっき液に、アルカンスルホン酸浴(例えば特開平8-13185号公報、特開平12-34593号公報などを参照)を用いる場合を例示するが、これに限らず、グルコン酸-ヨウ化物浴(例えば特開平10-36995号公報参照)または、酒石酸浴(例えば表面技術49.758(1998)参照)を用いても良い。

#### 【0056】

##### (実施例1)

実施例1のはんだ被覆ボール50は、はんだ層4が、単一のSnとAgとの合

金層で構成されている。以下、実施例1のはんだ被覆ボール50の製造方法を説明する。

#### 【0057】

まず、(a) 直径0.8mmの球状の銅コアを17.5%のHCl水溶液を用いて室温で1分間前処理する。(b) これを室温で純水洗浄する(浸漬1分、流水1分)。(c) 有機酸に室温で30秒浸漬する。(d) メタンスルホン酸錫(Snとして24g/l)、メタンスルホン酸銀(Agとして1.4g/l)、およびスルホン酸、ヒドロキシカルボン酸、有機リン化合物、チオ尿素を含むめっき液(30℃)を用い、電流密度0.30A/dm<sup>2</sup>でめっきし、SnとAgとの合金めっき層(厚さ35μm)を形成する。(e) これを室温で純水洗浄する(浸漬1分、流水1分)。(a)～(e)までの工程はバレル容器の中で処理される。この後、はんだ被覆ボールをバレル容器から取り出し、(f) 室温で純水洗浄し(浸漬2分、流水2分)、(g) 60℃で10分間乾燥する。このはんだ被覆ボールを、大気圧、Ar雰囲気内に置いて、240℃、10分間加熱することによって、脱水した。

#### 【0058】

以上のようにして実施例1のはんだ被覆ボール(Agの質量百分率3.5%)が作製された。

#### 【0059】

##### (実施例2)

実施例2のはんだ被覆ボール50は、はんだ層4が、Snめっき層6と、Ag蒸着層8との2層で構成されている。以下、実施例2のはんだ被覆ボール50の製造方法を説明する。

#### 【0060】

まず、(a) 直径0.5mmの球状の銅コアを17.5%のHCl水溶液を用いて室温で1分間前処理する。(b) これを室温で純水洗浄する(浸漬1分、流水1分)。(c) 有機酸に室温で30秒浸漬する。(d) メタンスルホン酸錫(Snとして60g/l)を含むめっき液(40℃)を用い、電流密度0.30A/dm<sup>2</sup>でめっきし、Snめっき層(厚さ34.2μm)を形成する。(e) こ

れを室温で純水洗浄する（浸漬1分、流水1分）。(a)～(e)までの工程はバレル容器の中で処理される。この後、はんだ被覆ボールをバレル容器から取り出し、(f)室温で純水洗浄し（浸漬2分、流水2分）、(i)60℃で10分間乾燥する。次に、(g)圧力 $1 \times 10^{-4}$ Paに減圧し、不活性ガスとしてArを導入して、圧力 $1 \times 10^{-2}$ Paの条件の下で、イオンプレーティング法によってAg膜（厚さ $0.8 \mu\text{m}$ ）を形成する。(h)室温で純水洗浄し（浸漬2分、流水2分）、(i)60℃で10分間乾燥する。

#### 【0061】

以上のようにして実施例2のはんだ被覆ボール（Agの質量百分率3.7%）が作製された。

#### 【0062】

##### （実施例3）

実施例3のはんだ被覆ボール50は、はんだ層4が、Snめっき層6と、Agめっき層8との2層で構成されている。以下、実施例3のはんだ被覆ボール50の製造方法を説明する。

#### 【0063】

まず、(a)直径0.3mmの球状の銅コアを17.5%のHCl水溶液を用いて室温で1分間前処理する。(b)これを室温で純水洗浄する（浸漬1分、流水1分）。(c)有機酸に室温で30秒浸漬する。(d)メタンスルホン酸錫（Snとして60g/l）を含むめっき液（40℃）を用い、電流密度 $0.30 \text{ A/dm}^2$ でめっきし、Snめっき層（厚さ $10 \mu\text{m}$ ）を形成する。(e)これを室温で純水洗浄する（浸漬1分、流水1分）。(f)ヨウ化銀（Agとして20g/l）を含むめっき液（40℃）を用い、電流密度 $0.10 \text{ A/dm}^2$ でめっきし、Agめっき層（厚さ $0.24 \mu\text{m}$ ）を形成する。(g)これを室温で純水洗浄する。(a)～(g)までの工程はバレル容器の中で処理される。この後、はんだ被覆ボールをバレル容器から取り出し、(h)室温で純水洗浄し（浸漬2分、流水2分）、(i)60℃で10分間乾燥する。以上のようにして、実施例3のはんだ被覆ボール50（Agの質量百分率3.6%）が作製された。

#### 【0064】



なお、実施例 3 のはんだ被覆ボール 5 0 は A g めっき層の厚さが比較的薄いので、加熱溶融による脱水を行うことなくはんだ層に含まれる水分量を十分低くすることができたが、A g めっき層の厚さが大きく、はんだ層に含まれる水分量が、標準状態の水蒸気量で  $100 \mu\text{l/g}$  を超える場合には、上記工程 (i) の後に、実施例 1 と同様の加熱溶融による脱水工程を行うことにより、水分量を十分低くすることができる。

#### 【0065】

(比較例 1 ~ 3)

比較のために、比較例 1 ~ 3 のはんだ被覆ボールを作製した。比較例 1 ~ 3 のはんだ被覆ボールは、はんだ層 4 がいずれも単一の S n と A g との合金層で構成されており、加熱溶融による脱水を行っていない。

#### 【0066】

比較例 1 のはんだ被覆ボールは、加熱溶融による脱水を行わない以外は、実施例 1 と同様の方法を用いて作製されている。

#### 【0067】

比較例 2 のはんだ被覆ボールは、直径 0. 5 mm の球状の銅コアを用いたこと以外は比較例 1 と同様の方法で作製されている。比較例 2 のはんだ被覆ボールの A g の質量百分率は、3. 7 % である。

#### 【0068】

比較例 3 のはんだ被覆ボールは、直径 0. 3 mm の球状の銅コアを用いたことおよび、めっき層の厚さを  $10 \mu\text{m}$  としたこと以外は比較例 1 と同様の方法で作製されている。比較例 3 のはんだ被覆ボールの A g の質量百分率は、3. 6 % である。

#### 【0069】

(評価)

実施例および比較例のはんだ被覆ボールを評価するために、それぞれのはんだ被覆ボールに含まれる水分量を測定した。また、それぞれのはんだ被覆ボールを加熱溶融し、発生したボイドの数および最大直径を測定すると共に、写真撮影を行った。さらに、接合実験を行った。

## 【0070】

ボイドの最大直径およびボイド数は、以下のようにして測定した。まず図4（a）に示すように、主面にフラックス32が配置されたCu基板30の上に、はんだ被覆ボールを配置した。次に、図4（b）に示すように、250℃で10秒間加熱することにより、はんだ層4を溶融させた（溶融はんだ4A）。次に、図4（c）に示すように、はんだ被覆ボールのCuコア部分を除去した。Cuコアが除去された破面を上部から写真撮影すると共に、この破面に形成されたボイドの数および最大直径を測定した。ボイド数の測定には、直径10μm以上のボイドを対象とした。

## 【0071】

接合実験は、以下のようにして行った。100個のはんだ被覆ボールを図4（a）に示すようにCu基板30の上に配置した。次に図4（b）に示すように、はんだ層4を加熱溶融させた後、冷却して固化し、基板30に接合させた。なお、加熱溶融は、上述したはんだ被覆ボールを配置した基板30を、内部が250℃、かつ、窒素雰囲気中に置換されたオープンに10秒間静置することによって行った。その後オープンから取り出して、室温まで放冷した。

## 【0072】

上記の方法で得られた100個のはんだ被覆ボールのうち、基板30から外れた（落下した）ものの数を数えた。

## 【0073】

（結果）

実施例1および比較例1のそれぞれの写真撮影の結果を、図5（a）および（b）に示す。

## 【0074】

実施例1～3および比較例1～3の水分量、ボイド数およびボイドの最大直径の測定結果、ならびに、接合実験における落下個数を下記の表1に示す。

## 【0075】

【表 1】

	水分量 ( $\mu\text{l/g}$ )	ボイドの 最大直径 サイズ ( $\mu\text{m}$ )	ボイド数 (個)	落下個数 (個/100個)
実施例 1	30	—	0	0
実施例 2	65	—	0	0
実施例 3	80	—	0	0
比較例 1	190	80	12	1
比較例 2	180	60	15	2
比較例 3	180	55	9	1

## 【0076】

表 1 から分かるように、実施例 1～3 のはんだ被覆ボールはいずれも水分量が  $100\mu\text{l/g}$  以下であったのに対し、比較例 1～3 のはんだ被覆ボールはいずれも  $100\mu\text{l/g}$  を上回り、 $180\sim 190\mu\text{l/g}$  であった。なお、実施例 1 のはんだ被覆ボールは、加熱溶融脱水前の水分量が  $190\mu\text{l/g}$  (比較例 1 に対応) であったのが、加熱溶融脱水後に  $30\mu\text{l/g}$  となった。

## 【0077】

図 5 (a) および表 1 から分かるように、実施例 1～3 の場合、全くボイドが観察されなかったのに対し、比較例 1～3 の場合、直径  $55\sim 80\mu\text{m}$  のボイドが  $9\sim 15$  個/ $\text{mm}^2$  観察された。これにより、水分量が  $100\mu\text{l/g}$  以下である本実施例のはんだ被覆ボールでは、ボイドの発生が効果的に抑制されたことが確認できた。また、表 1 から分かるように、実施例 1～3 の場合、接合不良が全く確認されなかったのに対して、比較例 1～3 の場合では接合不良が確認された。これにより、本実施例のはんだ被覆ボールでは、より確実に接合可能であることが分かった。

## 【0078】

## 【発明の効果】

上述したように本発明によると、加熱溶融時におけるボイドの発生が抑制された、 $\text{Sn-Ag}$  系はんだ層を有するはんだ被覆ボール、およびその製造方法を提供することができた。

**【図面の簡単な説明】****【図 1】**

(a) および (b) は、本発明の一実施形態のはんだ被覆ボールの断面図である。

**【図 2】**

(a) および (b) は、それぞれ、本発明のはんだ被覆ボールを用いた B G A の斜視図および断面図である。

**【図 3】**

(a) および (b) は、本発明の半導体接続構造の形成方法を説明する図である。

**【図 4】**

(a)、(b) および (c) は、ボイドの確認方法を説明する図である。

**【図 5】**

(a) および (b) は、実施例 1 および比較例 1 のそれぞれの写真撮影の結果である。

**【符号の説明】**

2 コア

4 はんだ層

4 A 溶融状態にあるはんだ層

6 第 1 金属層

8 第 2 金属層

1 2 C u 層

1 4 N i めっき層

1 6 A u めっき層

1 8 パッド

2 0 基板

3 0 基板

3 2 フラックス

5 0 はんだ被覆ボール

6 2 インターポーザ

6 4 半導体チップ

6 6 樹脂

6 8 金属ワイヤ

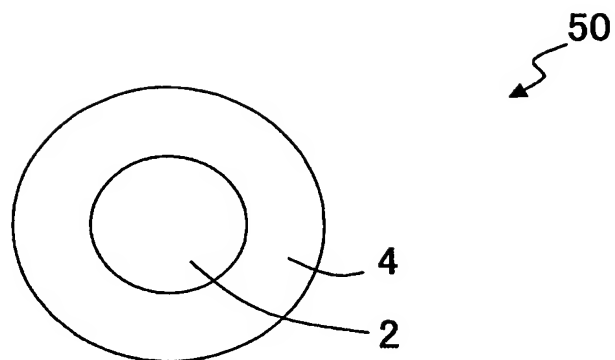
7 0 B G A

【書類名】

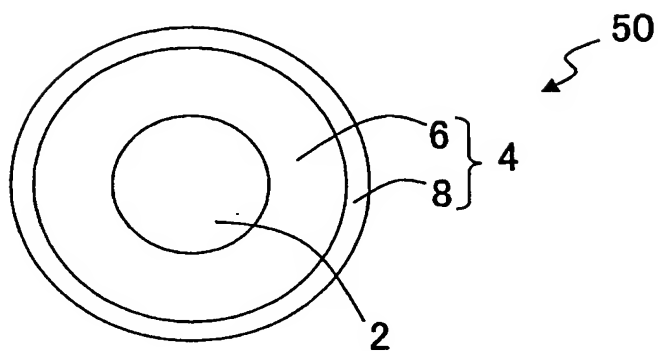
図面

【図 1】

(a)

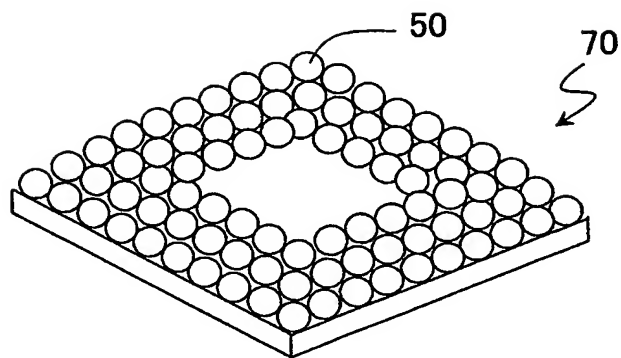


(b)

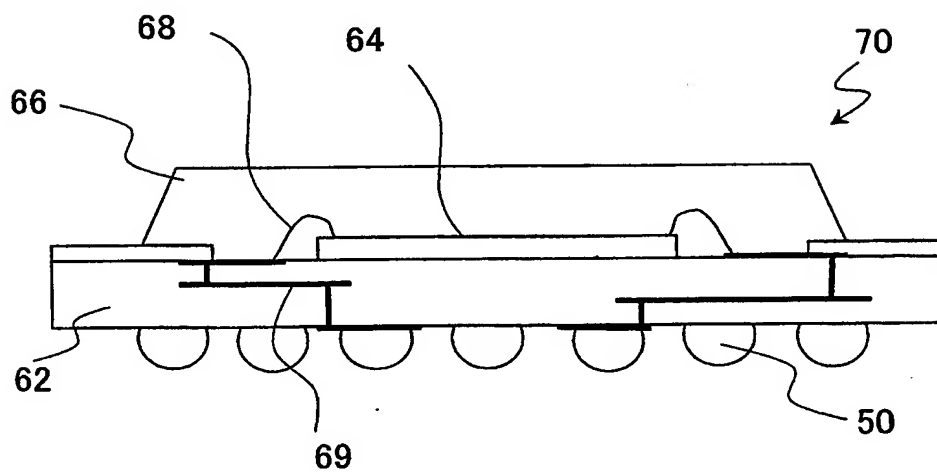


【図 2】

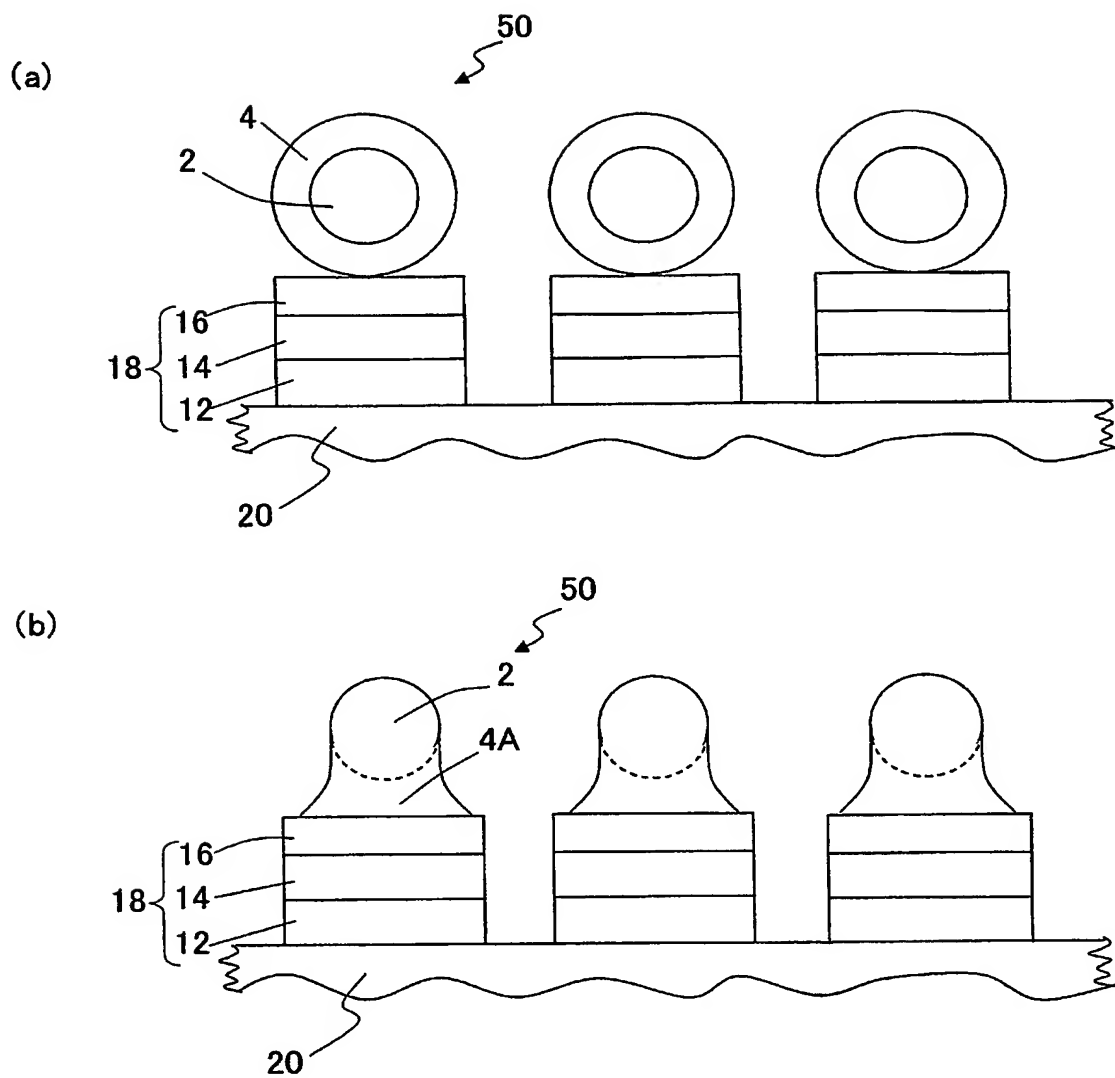
(a)



(b)



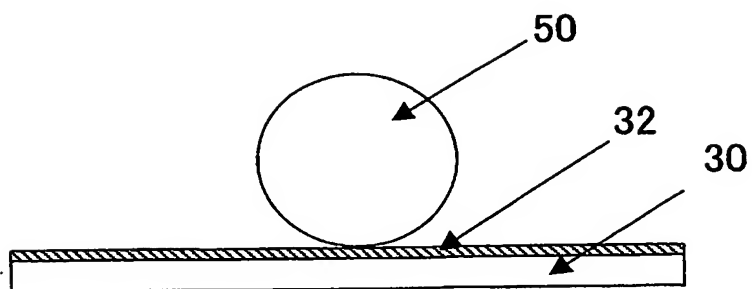
【図 3】





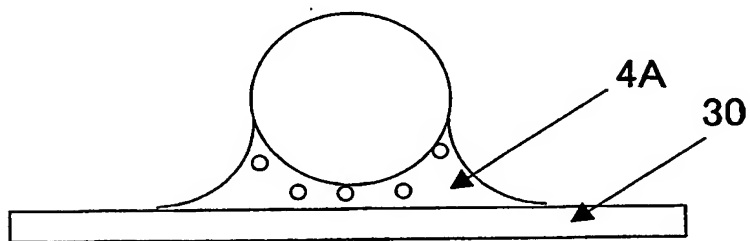
【図 4】

(a)



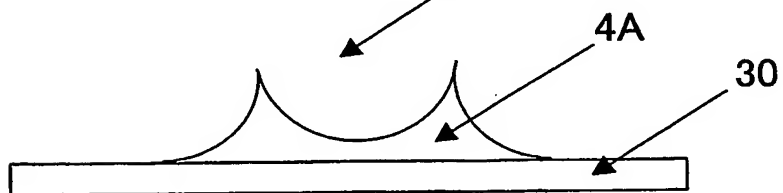
溶触 250°C × 10秒

(b)

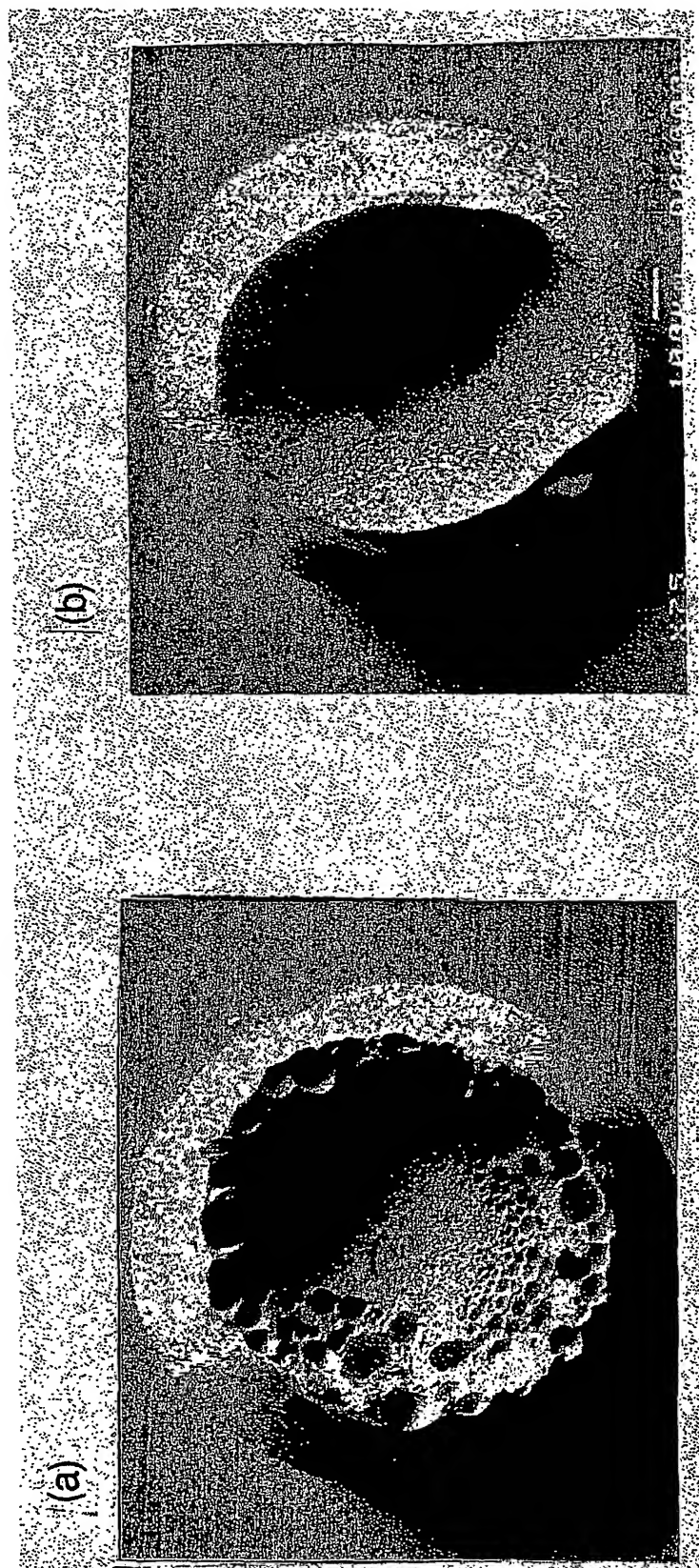


破面を上部より観察

(c)



【図 5】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 加熱熔融時におけるボイドの発生が抑制された、S n - A g系はんだ層を有するはんだ被覆ボール、およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 本発明のはんだ被覆ボール 5 0 は、ボール状のコア 2 と、コア 2 を包囲するように設けられた S n および A g を含むはんだ層 4 とを有し、はんだ層 4 に含まれる水分量が、標準状態の水蒸気量で  $100 \mu\text{l/g}$  以下である。

【選択図】 図 1

特願2002-283301

出願人履歴情報

識別番号

[000183417]

1. 変更年月日

1990年 8月13日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区北浜4丁目7番19号

氏 名

住友特殊金属株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**